

# KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:A

(11) Publication No.1020010029984 (43) Publication.Date. 20010416

(21) Application No.1020000041976 (22) Application Date. 20000721

(51) IPC Code:  
H01L 21/66

(71) Applicant:  
APPLIED MATERIALS INC.

(72) Inventor:  
MAIMON AMOTZ  
SOMEKH SASSON

(30) Priority:  
1999 358512 19990721 US

(54) Title of Invention  
DETERMINATION OF REAL-TIME DEFECT CAUSE

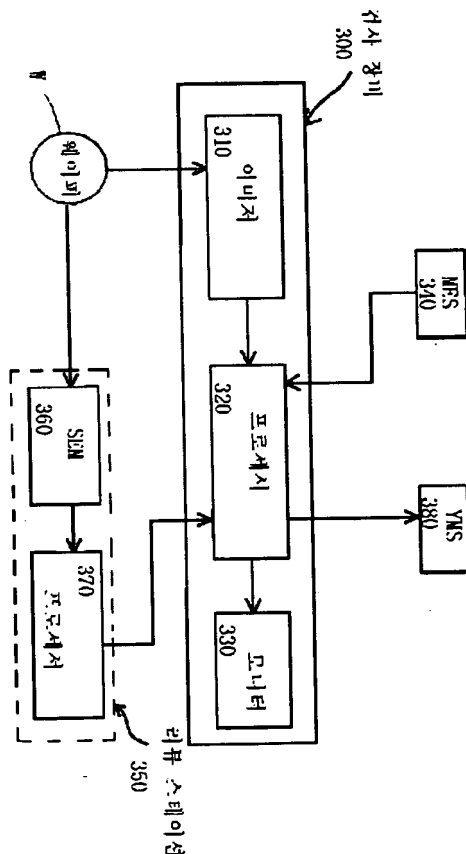
Representative drawing

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain real-time information regarding a tool which a wafer visits and a process parameter by inspecting a wafer for its defect according to an inspection tool and a list of tool discriminators generated by using an inspection tool.

CONSTITUTION: A wafer W is moved to an inspection tool 300, and image is picked up by an imager 310, and a defect map is prepared by a processor 330. A list of tool discriminators related to a tool visited by the wafer W is prepared by a processor 320, which reads tool discriminator data stored in MES 340, and the list is displayed in a monitor 330 of the inspection tool 300 together with a defect map. A desired tool is read by the processor 320 from the MES 340, and a tool parameter is displayed on a monitor 320. As a result, it is possible to obtain real-time information of a process parameter related to a tool.

© KIPO & JPO 2002



if display of image is failed, press (F5)

# (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

(11) 공개번호 특2001-0029984

(43) 공개일자 2001년04월 16일

H01L 21/66

(21) 출원번호 10-2000-0041976

(22) 출원일자 2000년07월21일

(30) 우선권주장 9/358,512 1999년07월21일 미국(US)

(71) 출원인 어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드 조셉 제이. 스위니

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050

(72) 발명자

소맥, 새슨

미국94022캘리포니아로스알토스힐즈무디로드25625

메이몬, 아모츠

미국95104캘리포니아쿠퍼티노하이아네스포트드라이브21895

(74) 대리인

남상선

심사청구 : 없음

(54) 실시예 결합원 식별방법

## 요약

반도체 웨이퍼를 조사하기 위한 방법 및 장치는, 검사되는 웨이퍼가 거쳐가는 장비(tools)와 이들 장비에서 사용되는 프로세스 변수를 식별하는 실시간 정보를 제공하며, 이 정보를 웨이퍼 검사 장비에 표시한다. 실시예에는 CCD 이미저(imager)와 같은 검사 장비를 사용하여 웨이퍼를 검사하고, 종래 제조공정에서 얻어진 데이터로부터 웨이퍼가 거쳐가는 장비 목록을 만들고, 이 목록을 결함 맵(defect map)과 함께 검사 장비에 표시하는 것이 포함된다. 사용자는 목록에 식별된 임의의 장비에 대한 장비 변수와 작업 변수 세트가 검사 장비에 표시되도록 할 수 있다. 따라서 결함이 발견될 때마다 사용자는 웨이퍼가 거쳐간 장비 목록을 자동으로 제공받아 이들 장비 각각에서 사용된 작업 변수에 대해 용이하게 접근할 수 있다. 이 정보에 의해, 특정 처리 단계 또는 특정 처리 장비와 같은 원인에까지 결함 발생 이유를 찾아갈 수 있어, 정확한 수정 작업이 조기에 이루어질 수 있게 한다.

## 대표도

도2

## 명세서

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명을 사용하여 검사될 반도체 웨이퍼를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 일련의 단계를 나타내는 흐름도이다.

도 3은 본 발명을 사용하기 위해 사용되는 장치를 개략적으로 나타낸다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 검사 장비에 의해 만들어진 결함 맵이다.

도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 방법에서 일련의 단계를 나타내는 흐름도이다.

도 5b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 방법에서 일련의 단계를 나타내는 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 실시예를 나타내는 블록도이다.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

300...검사 장비	310...이미저
320...프로세서	330...모니터
340...MES	350...리뷰 스테이션
370...프로세서	380...YMS
400...결함 맵	401...결함 위치
602...버스	604...CPU
606...주기억장치	608...ROM
610...저장장치	614...입력장치

616...조절장치

1000...집적회로 다이

W...웨이퍼

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 기판 표면의 결함의 원인을 식별하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명은 특히 마이크론 이하의 설계 구조를 가지는 고밀도 반도체 소자를 제조하는 동안 반도체 웨이퍼의 인라인 검사(in-line inspection)에 적용된다.

최근 초고집적화에 따른 고밀도 및 고성능이 요구됨에 따라 마이크론 이하의 구조, 트랜지스터와 회로 속도의 향상 및 신뢰도 개선이 필요하게 되고 있다. 이러한 요구에 따라 정밀도와 균일성이 높은 구조(features)를 가지는 소자 형성이 요구되기 시작하였으며, 이에 따라 소자가 아직 반도체 웨이퍼 형태일 때, 자주 그리고 구체적으로 검사하는 것을 포함하여, 공정에 대한 유의 깊은 모니터링이 필요하다.

종래의 웨이퍼 조립 공정 제어 기술은 각각 여러 개의 웨이퍼를 이송하는 카세트를 채용하며, 각 카세트는 보통 바코드 라벨 및/또는 웨이퍼 식별(identification)을 포함한 다양한 형태의 식별을 가진다. 각 공정 단계(예를 들어 산화물 성장, 에칭, 세정, 스퍼터링 등)가 완료된 뒤, 카세트와 카세트를 처리하는 데 사용된 "마지막 거처간 장비(last visited tool)" 즉 특정한 오븐, 에처, 클리너, 폴리싱 기계 등에 대한 정보가, "제조 실행 시스템(manufacturing execution system; MES)으로 알려진 컴퓨터 소프트웨어 데이터베이스 시스템에 입력된다. 이러한 정보에는 카세트 식별 정보, 카세트와 웨이퍼에 관련된 변수, 마지막 거처간 장비에 이용된 프로세스 변수 등이 포함된다. 따라서 MES는 완전한 공정 단계와, 이 공정 단계가 수행되는 장비와, 이 공정 단계가 이루어지는 웨이퍼를 추적한다.

따라서 일련의 공정 단계가 완료된 뒤, 및/또는 포토레지스트 마스크의 형성과 같은 중요한 공정이 완료된 뒤, 카세트 내의 많은 웨이퍼는 MES로부터의 지시를 따라 보통 독립 검사 장비(stand-alone inspection tool)에서 검사된다. 검사 장비에서, 검사될 웨이퍼의 표면은 고속 검사 장치, 예를 들어 CCD(전하 결합소자)나 레이저와 같은 광전 컨버터에 의해 스캔된다. 그러면 보통 검사 장비는 검사가 완료되었음을 MES에 알린다. 이후 검사 장비에 의해 통계적 방법이 채용되어, 웨이퍼 상에서 결함이 있을 가능성이 높은 것으로 의심되는 위치를 나타내는 결함 맵(defect map)을 생성한다. 잠재적 결함 수 및/또는 밀도가 미리 정해 놓은 한도까지 높아지면, 알람이 울림으로써, 결함 발생 가능성이 있는 부위에 대해 보다 자세한 관찰이 보장된다. 그러면 결함의 존재 여부를 확실하게 조사하기 위해, 검사 장비 또는 별도의 독립 조사부에서, 기준 이미지를 결함이 의심되는 부위의 이미지와 비교함으로써, 결함 맵을 사용한 결함 발생 가능 부위의 조사가 이루어지며, 이후 결함의 특성(예를 들어 결함의 패턴, 입자 또는 스크래치) 및 그 원인을 측정하기 위해 이미지를 분석한다.

이제까지의 "최신기술"에 의한 웨이퍼 처리 장비에서는, MES로부터의 처리 데이터 및 검사 장비와 리뷰 스테이션으로부터의 검사 및 리뷰 결과는, 수율관리시스템(yield management system; YMS)이라 불리는 다른 독립 컴퓨터 소프트웨어로 시행되는 시스템에서 주기적으로 다운로드되며, 이 시스템은 공정의 품질을 모니터링하기 위해 통계적 처리 제어 방법을 사용한다. YMS는, 공정이 미리 설정된 제어 한계값을 벗어나 작동하고 있음을 측정하면, 결함이 있는 웨이퍼에 사용된 장비 목록과 이들 장비에서 사용된 변수를 생성하며, 이는 공정상의 문제를 진단하는데 도움이 된다. 사용자는 이 데이터를 분석하여 결함의 원인을 분리해낼 수 있다.

YMS는 발견한 사항을 생성하고, 이를 "오프라인(off-line)" 즉 웨이퍼 처리 장비 및 검사 장비로부터 물리적으로 및 처리가 일어난 때로부터 시간적으로 떨어져서 보고한다; 전형적으로 MES와 YMS 사이의 통신은 하루에 한 번만 일어나며, 따라서 YMS로부터의 데이터는 웨이퍼가 처리 및 검사 장비에 있는 뒤 수시간이 지나 사용자에게 도달된다. YMS 데이터를 "실시간"으로 즉 웨이퍼를 조사하는 중 결함이 발생되고 있음을 발견할 때 수신받지 못하므로, 사용자는 매우 중요한 이 정보가 가장 필요할 때 즉 공정을 현장에서 조정하거나 고장을 진단할 때에는 이 정보를 받을 수 없다.

결함을 발생시키는 공정을 식별해내기 위해 웨이퍼가 거치는 장비와 이들 장비에서 사용되는 프로세스 변수에 대한 실시간 정보를 제공함으로써, 조기에 교정 작업을 취할 수 있게 하는 반도체 웨이퍼의 공정 중(in-process) 검사방법이 필요하다. 표면 구조의 밀도, 다이 크기 및 소자의 총수가 증가됨에 따라 이의 필요성이 높아지고 있으며, 결함의 수가 현저히 감소되어 수율 가능한 제조 수율을 얻을 것이 요구된다.

#### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명의 반도체 검사 기술은 검사 중인 웨이퍼가 거처간 장비 및, 이들 장비에서 사용되는 장비 변수를 포함하는 처리변수를 식별하는 정보를 제공하여, 결함의 원인 조사를 용이하게 하고 결함이 발견됨과 동시에 교정이 효율적으로 이루어지게 하는 것을 목적으로 한다.

#### 발명의 구성 및 작용

본 발명의 장점은 웨이퍼 검사 장비에서 웨이퍼를 검사할 때, 반도체 웨이퍼가 거치는 장비에 대한 정보를 자동적으로 입수함으로써, 공정 상 문제가 되는 영역을 효과적으로 식별해 낼 수 있는 능력이다.

본 발명에 따르면, 전술한 이점 및 다른 이점은, 부분적으로는, 각각 다른 장비 식별자(tool

identifier) 및 프로세스 변수 세트에 연계되는 다수의 처리 장비(processing tools)에 의해 웨이퍼를 여러 처리 단계에 처하게 하는 단계; 상기 장비 식별자 및 프로세스 변수 세트를 저장하는 단계를 포함하는 방법에 의해 이루어진다. 이후 웨이퍼는 검사 장비에 의해 결함이 검사되며, 검사 장비를 사용하여 장비 식별자의 목록이 생성된다. 그러면 본 발명의 사용자는 목록에 기재된 장비 식별자 중 하나와 연계된 프로세스 변수 세트가 표시되도록 요구할 수 있다.

본 발명의 다른 특징은 상술한 방법을 수행할 수 있는 장치이다.

본 발명의 또 다른 특징은 반도체 웨이퍼를 조사하기 위한 지시를 전달하는 컴퓨터 판독 가능한 매체(computer-readable medium)이다. 웨이퍼는 다수의 처리 장비를 사용하여 다수의 처리 단계에 놓이며, 각 처리 장비는 각각 다른 장비 식별자에 연계되며, 상기 지시는 수행될 때, 하나 이상의 프로세서가 장비 식별자를 수용하고 웨이퍼 결함을 검사하며 장비 식별자 목록을 만드는 단계를 수행하게 하도록 배열된다.

본 발명의 추가적인 장점은 이하의 상세한 설명으로부터 당업자에게 명백할 것이다. 이하의 상세한 설명에서는 본 발명을 수행하기 위한 최상의 형태에 의한 바람직한 실시예만이 설명되어 있다. 본 발명은 다른 실시예로 실시될 수도 있으며, 발명의 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다양한 관점에서 다수의 변형이 가능하다. 따라서 도면과 설명은 그 특성상 한정적인 것이 아니라 예시적인 것으로 간주되어야 할 것이다.

또 도면에서 같은 부호를 가지는 구성요소는 동일한 구성요소를 나타낸다.

반도체 웨이퍼의 공정 중 검사를 위한 종래의 방법은, 결함은 식별해 내지만, 웨이퍼가 거치는 장비에 대한 정보를 실시간으로 제공하여 결함원을 조기에 식별해낼 수 있게 하지는 못하였다. 본 발명은 검사되는 웨이퍼가 거처가는 장비의 목록을 자동적으로 제공함으로써, 결함을 유발시키는 장비 및/또는 공정을 용이하게 식별해내고, 따라서 조기에 그 수습조치가 취해질 수 있게 한다.

본 발명의 한 실시예에 따르면 반도체 웨이퍼는 다수의 다른 처리 장비에서 처리되며, 각 장비에 대한 프로세스 변수 세트와 함께 고유한 장비 식별자가 MES에 의해 저장된다. 처리 후 웨이퍼는, 미국 캘리포니아의 산타 클라라에 위치한 어플라이드 머티어리얼즈사의 WF7xx 시리즈™ 웨이퍼 검사 시스템과 같은 검사 장비를 사용하여 검사될 수 있으며, 장비 식별자의 목록이, 결함 맵과 함께, MES로부터 받은 데이터에 의해 만들어져 검사 장비에 표시된다. 사용자는 장비 변수(예를 들어 예방 유지 조건)를 포함한 프로세스 변수 세트를 요청할 수 있는데, 이는 목록에서 식별된 장비 중 어느 것이나 MES로부터 회수되어 검사 장비에 표시될 수 있기 때문이다. 따라서 결함이 발견된 때에, 사용자는 웨이퍼가 거처간 장비의 목록을 자동적으로 제공받아, 이들 장비 각각에서 사용되는 프로세스 변수에 대한 접근이 용이하게 된다. 이 정보는 결함 맵(그리고 만일 다른 결함 검사 절차가 수행되었다면 이로부터 얻어진 데이터)과 함께, 결함의 원인을 그 근원, 이를테면 특정한 처리 단계 또는 특정 처리 장치에까지 찾아가기가 쉽도록 해준다.

본 발명의 다른 실시예에서, 결함을 유발시키는 원인을 찾아가는 공정이 더욱 자동화되어 있다. 의심되는 결함부위가 검사 장비 또는 독립 조사 장비에서 검토되고 식별되어 분류된다. 이때 결함 클래스는, 웨이퍼가 거처간 장비 목록 상의 특정 장비의 변수와 관련되어 있다. 결함 클래스 중 특정한 한 클래스에 속하는 결함의 총수가, 이 특정 클래스에 대해 미리 정해 놓은 결함수와 대략 같거나 이보다 크면 알람이 울리고, 결함 클래스 중 이 특정 분류와 연계된 장비 식별자가 검사 장비에 표시되어, 결함의 원인 일 가능성이 높은 고장난 장비가 지적된다.

본 발명의 한 실시예가 도 1 내지 도 4에 나타나 있다. 본 발명은 도 3에 나타난 바와 같이 검사 장비(300)에서 이루어지며, 이 장비(300)는 웨이퍼의 표면을 고속으로 스캐닝하기 위한 이미지(310)를 포함하며, 이는 보통 광전자증배관(photo multiplier; PMT) 또는 CCD 및 램프 또는 레이저와 같은 광원(illumination source)을 사용한다. 검사 장비(300)는, 바람직하게는 본 명세서에 개시된 분석을 전자적으로 수행하는 프로세서(320)와, 이 프로세서(320)의 분석 결과를 표시하기 위한 모니터(330)를 추가로 포함한다. 프로세서(320)는 종래의 MES(340), 종래의 YMS(380), 그리고 이하 설명되는 한 실시예에서는 리뷰 스테이션(review station; 350)과 연결되어 있다.

도 1에 나타난 바와 같이, 반도체 웨이퍼(W)는 처리되어, 다수의 패턴화된 집적회로 다이(1000)를 가진다. 도 2 및 도 3에서, 웨이퍼(W)는 처음에는 단계 200의 처리 장비에서 처리되며(도 2), 이후 처리 장비에 대한 고유의 장비 식별자가, 이 장비에서 사용되는 프로세스 변수 세트와 함께 MES(340)에 저장된다(도 3)(단계 205 참조). 단계 210에서(사용자에 의해 수동으로 또는 MES(340)에 의해 자동으로), 웨이퍼에 대해 검사 전에 다른 처리가 이루어져야 하는지 여부가 결정된다. 만일 그렇다면, 웨이퍼는 다른 처리 장비로 보내지며, 단계 200, 205 및 210이 반복된다.

검사 전에 이루어질 처리 단계가 없다면, 웨이퍼(W)는 검사 장비(300)로 보내지고 이미지(310)에 의해 이미지가 만들어진다(단계 215 참조). 도 4에 나타난 바와 같이 단계 220에서 프로세서(320)에 의해 통계적인 방법으로 종래의 결함 맵(400)이 제작되는데, 이에는 보통 웨이퍼(W) 상에서 결함이 있을 확률이 높을 것으로 의심되는 위치를 식별하기 위해, 알고리즘 및/또는 그레이 스케일 분석이 연관된다.

다음 MES(340)에 저장된 장비 식별자 데이터를 가져오는 프로세서(320)에 의해, 웨이퍼가 거처간 장비와 연계되는 장비 식별자의 목록이 만들어지며(단계 235 참조), 이 목록은 검사 장비(300)의 모니터(330)에, 결함 맵(400)(단계 240 참조)과 함께 표시된다. 장비 식별자의 목록은 모니터(330) 상에, "에처 5" 또는 "세팅 스테이션 2" 등과 같이 장비 명칭의 목록으로 표시될 수 있다. 이와 달리, 상기 리스트는 서로 다른 장비를 나타내는 아이콘에 의해 그래픽으로 표시될 수도 있다. 이 리스트는 검사 후(즉 사용자에 의한 간섭 없이) 자동적으로 또는 사용자가 요구할 때만 만들어져 표시될 수 있다.

본 발명의 다른 실시예에서, 단계 225에서 프로세서(320)는, 의심되는 결함 위치(401)의 수 및/또는 의심되는 결함 위치(401)의 밀도에 기초한 일반적인 종래 방식으로, 웨이퍼(W)에 대한 결함 레벨을 정하고, 용인할 수 있는 최대 결함 레벨인 미리 설정된 결함 레벨과 이 결함 레벨을 비교한다. 만일 상기

결함 레벨이 미리 설정된 결함 레벨보다 낮으면, 웨이퍼는 단계 230에서 계속 처리된다. 그러나 만일 결함 레벨이 미리 설정된 레벨과 거의 같거나 그보다 높으면, 웨이퍼(W)가 거쳐간 장비에 연계된 장비 식별자의 목록이 MES(340)으로부터 검색되며, 단계 235에서 처리가 계속된다.

이후 사용자는, 커서를 해당 장비 또는 아이콘으로 이동시키는 것과 같은 방식으로 장비 식별자 목록 상의 장비 중 하나 또는 그 이상을 선택하여, 프로세스 변수 세트를 표시할 수 있다. 프로세스 변수는, 프로세서(320)에 의해 단계 245에서 MES(340)으로부터 검색되는 장비 변수를 포함할 수 있으며, 단계 250에서 모니터(330)에 표시될 수 있다. 최근 거쳐간 장비와 관련된 이 정보를 가지고, 사용자는 보다 용이하게 결함을 발견함과 동시에 이 결함의 원인일 가능성을 식별할 수 있다. 추가로 이 정보는 추가적인 오프라인 통계 분석을 위해 YMS(380)으로 공급될 수 있다.

본 발명의 다른 실시예에서, 결함이 조사되고 분류되며, 결함의 클래스는 웨이퍼(W)가 거쳐간 장비와 서로 관련된다. 도 3 및 도 5a에 나타난 것과 같은 기술에서, 의심되는 결함 위치(401)가 검토되어 실제 결함이 식별되어, 각 결함이 조사 및 분류되고, 결함 클래스는 웨이퍼(W)가 거쳐간 장비와 서로 연관지어진다. 먼저 재검출(redetection) 절차가 수행된다; 예를 들어 단계 240 이후, 실제 결함을 식별해내기 위해 결함이 있을 것으로 의심되는 각 위치(401)가 재조사되어, 결함의 정확한 위치가 측정된다. 이미지(310)와 같은 종래의 CCD 이미지 또는 (미국 캘리포니아주 산타 클라라 소재의 어플라이드 머티어리얼즈사에서 입수할 수 있는 SEMVision<sup>TM</sup>과 같은 SEM(360)과 프로세서(370)를 채용한) 종래의 단독 SEM 리뷰 스테이션(350)이, 결함이 의심되는 각 위치(401)에서의 패턴과, 같은 웨이퍼에서 인접하는 다이 또는 다른 다이 상의 결함이 없을 것으로 보이는 위치에 대응되는 기존 패턴을 이미지하기 위해 사용되어, 결함의 정확한 위치를 측정한다. 결함으로 의심되는 이미지는 이후 단계 505에서, (이미징이 이미지(310)에 의해 이루어질 경우) 프로세서(320)에 의해 또는 (이미징이 SEM(360)에 의해 이루어질 경우) 프로세서(370)에 의해 대응 기준 패턴과 비교된다. 결함이 의심되는 패턴과 기존 패턴 사이에 차이가 발견되면, 결함이 의심되는 패턴은 단계 510에서 프로세서(320) 또는 프로세서(370)에 의해 결함인 것으로 측정된다.

이후 개별적인 결함 위치에 대해, 이미지(310)에 의한 이미징이나 SEM(360)에 의한 스캐닝과 같은 더욱 상세한 리뷰 절차가 이루어져, 상대적으로 해상도가 높은 이미지를 만들어내며, 이는 단계 515에서 분석되어 결함의 특성(예를 들어 결함 패턴, 입자, 또는 스크래치)이 측정되고 이에 따라 결함이 분류된다. 결함의 분석 및 분류는 프로세서 320과 370 중 어느 하나에 의해, 종래의 패턴 인식 기술을 사용하거나, 1998년 7월 8일 출원된 미국 특허출원 09/111,454호인 "Automatic Defect Classification With Invariant Core Classes"에 설명된 기술을 사용하여 이루어질 수 있다.

도 2 및 도 5b에 나타난 본 발명의 또 다른 실시예에서, 웨이퍼가 검사되고 결함 맵(400)이 만들어지는 동안(예를 들어 단계 220 이후) 단계 500a에서 결함이 분류된다. "온 더 플라이" 자동 결함 분류법("On-The-Fly" Automatic Defect Classification)으로 알려진 이 기술은 수정된 형태의 검사 장비(300), 예를 들어 미국 캘리포니아주 산타 클라라의 어플라이드 머티어리얼즈에서 입수할 수 있는 WF-736 DUO 웨이퍼 검사 장비를 포함하며, 이 장비는 결함의 형태가 다르면 광학 산란 신호(optical scattering signatures)가 다르다는 사실에 기초하며, 이 신호는 웨이퍼를 스캐닝함에 따라, 전략적으로 위치하는 다중 검출기(예를 들어 광전자증배관)에 등록된다. 온 더 플라이 자동 결함 클래스는 Reinhold Ott와 Andy Skumanich의 논문 "Enhanced Yield Potential Using 'On-the-fly' Automatic Defect Classification"에 설명되어 있다. 이 기술은 검사가 수행되고 있는 동안 중요한 결함 정보를 입수할 수 있게 해주기 때문에, 생산 수율의 손실 없이 결함이 분류될 수 있다.

다음 도 5a의 단계 520에서, 결함이 단계 500a에서 "온 더 플라이"로 분류되었는지 또는 단계 500~515에서 개별적으로 분류되었는지와 관련, 특정 클래스의 결함 원인에 대한 사용자의 경험적 지식에 기초하여, 장비 식별자 목록에 있는 장비가 프로세서(320)에 의해 결함 클래스와 서로 연관된다. 예를 들어 만일 웨이퍼(W)가 화학-기계적 폴리싱(CMP) 기계를 거쳤다면, 일반적으로 스크래치 결함은 CMP 기계에서 유발된다는 사용자의 과거 관찰에 기초하여, 스크래치로 분류된 결함은 웨이퍼(W)가 거쳐간 특정 CMP 기계와 상호 연관지어질 수 있다.

프로세서 320 또는 프로세서 370이 각 클래스의 결함수를 세는 것이 바람직하다. 단계 530에서, 어느 한 분류의 결함수가, 이 특정 분류에 대해 허용 가능한 최대 결함수 즉 "클래스 알람 레벨(class alarm level)"을 나타내는 미리 설정한 값을 초과하는지 여부가 프로세서 320 또는 370에 의해 측정된다. 만일 클래스 알람 레벨에 이르지 못하면, 이런 방식으로 다음 클래스가 분석된다(단계 535 참조). 만일 어느 한 클래스 내에서 결함의 수가 그 클래스에 대해 미리 설정된 클래스 알람 레벨을 초과하면, 프로세서 320에 의해 알람 신호가 생성되고, 모니터(330)는 이 특정 결함과 연관된 식별자를 표시하여, 고장 가능성이 있는 장비를 사용자에게 알린다.

도 6은 도 3에 나타난 본 발명의 실시예를 나타내는 블록도이다. 이 실시예에 따르면, 프로세서(320)는 도 3에 나타난 바와 같이, 정보를 교환하기 위한 버스(602) 또는 다른 통신 기구와, 정보를 처리하기 위해 상기 버스(602)와 결합된 CPU(604)를 포함한다. 프로세서(320)는 또 RAM과 같은 주기억장치(606) 또는 다른 동적 저장장치를 포함하며, 이 저장장치는 버스(602)에 결합되어, CPU(604)에 의해 처리될 명령과 정보를 저장한다. 주기억장치(606)도, CPU(604)에 의해 명령이 수행되는 동안 임시 변수 또는 다른 즉석 정보를 저장하는데 사용된다. 프로세서(320)는 ROM(608) 또는 다른 정적 기억장치를 추가로 포함하며, 이는 버스(602)에 결합되어 CPU(604)를 위한 정적 정보와 지시를 저장한다. 자기 디스크 또는 광 디스크와 같은 저장장치(610)가 버스(602)에 설치, 연결되어 정보와 명령을 저장한다.

프로세서(320)는 버스(602)를 통해 음극선관(CRT)과 같은 모니터(330)(도 3)에 연결되어, 정보를 사용자에게 표시하여 준다. 문자, 숫자 및 다른 키를 포함하는 입력장치(614)가 버스(602)에 연결되어 정보와 명령의 선택을 CPU(604)와 통신하게 한다. 다른 형태의 사용자 입력 장치는 마우스, 트랙 볼과 같은 커서 조절장치(616), 또는 디렉션 정보 및 명령 선택을 CPU(604)에 통신시키고 모니터(330) 상에서 커서 이동을 제어하기 위한 커서 디렉션 키이다.

이미지(310)(도 3)는 검사 중인 반도체 웨이퍼의 이미지를 나타내는 데이터를, 상술한 바와 같이

버스(602)에 입력한다. 이러한 데이터는 주기억장치(606) 및/또는 저장장치(610)에 저장될 수 있으며, CPU(604)가 명령을 수행할 때마다 사용된다. 이미지(310)는 또 CPU(604)로부터 버스(602)를 통해 명령을 받을 수 있다.

본 발명은 반도체 웨이퍼 표면을 검사하기 위해 프로세서(320)를 사용하는 것과 관련되어 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 반도체 웨이퍼 표면의 검사는, CPU(604)가 주기억장치(606)에 저장된 하나 이상의 명령의 시퀀스를 수행하는데 따른 응답으로써, 프로세서(320)에 의해 이루어진다. 이러한 명령은 다른 저장장치(610)와 같은 컴퓨터 판독 가능한 매체로부터 주기억장치(606) 내로 저장될 수 있다. 주기억장치(606)에 포함된 일련의 명령을 수행함으로써, CPU(604)는 상술한 처리 단계를 수행하게 된다. 주기억장치(606)에 포함된 일련의 명령을 실행하기 위해, 다중 처리 장치(multi-processing arrangement)의 하나 이상의 프로세서가 채용될 수 있다. 다른 실시예에서, 본 발명을 실시하기 위해 소프트웨어 명령과 함께 또는 조합되어 하드웨어 회로가 사용될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예는 하드웨어 회로와 소프트웨어의 어떤 특정한 조합에 한정되지 않는다. 장치에 대한 프로그래밍은 도 2 및 도 5에 흐름도로 나타난 종래 기술에 의해 용이하게 이루어질 수 있다.

"컴퓨터 판독 가능한 매체(computer-readable medium)"라는 용어는 CPU(604)에 명령을 제공하는 임의의 매체를 의미한다. 이러한 매체는 다양한 형태를 취할 수 있으며, 예를 들어 비휘발성 매체, 휘발성 매체, 전송 매체(transmission media) 등을 포함하나 이에 한정되는 것은 아니다. 비휘발성 매체에는 예를 들어 저장장치(610)와 같은 광디스크나 자기디스크가 포함된다. 휘발성 매체에는 주기억장치(606)와 같은 동적 메모리가 포함된다. 전송매체에는, 버스(602)를 포함하는 와이어를 포함, 동축 케이블, 구리 와이어 및 광섬유가 포함된다. 또 전송매체는, RF 및 IR 데이터 통신 중 발생하는 것과 같은 음파 또는 광파의 형태일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능한 매체의 일반적인 형태는 예를 들어 플로피디스크, 플렉시블디스크, 하드디스크, 자기테이프, 다른 임의의 자기매체, CD-ROM, DVD, 다른 임의의 광매체, 펀치카드, 종이테이프, 구멍 패턴을 가지는 다른 임의의 물리적 매체, RAM, PROM 및 EPROM, FLASH-EPROM, 다른 임의의 메모리칩 또는 카트리지, 또는 컴퓨터가 읽어들이 수 있는 다른 매체이다.

CPU(604)를 실행시키기 위한 하나 또는 그 이상의 일련의 지시를 수행하는데 다양한 형태의 컴퓨터 판독 가능한 매체가 관련될 수 있다. 예를 들어 명령을 처음에는 원격 컴퓨터의 자기디스크로 옮겨질 수 있다. 원격 컴퓨터는 이 명령을 자신의 동적 기억장치에 로딩하고 모뎀을 이용하여 전화선을 통해 전달한다. 프로세서(320)와 동일 구내에 있는 모뎀은 전화선을 통해 데이터를 받고, 적외선 트랜스미터를 사용하여 이 데이터를 적외선 신호로 변환시킨다. 버스(602)에 연결된 적외선 검출기는 적외선 신호에 의해 전달되는 데이터를 받아서 버스(602)에 놓는다. 버스(602)는 데이터를 주기억장치(606)로 옮기며, 이로부터 CPU(604)는 명령을 호출하여 실행한다. 주기억장치(606)에 의해 받아들여지는 명령은 선택적으로는 저장장치(610)에, CPU(604)의 작동 전 또는 뒤에 저장될 수 있다.

#### 발명의 효과

본 발명의 반도체 검사 기술은 검사 중인 웨이퍼가 거처간 장비 및, 이들 장비에서 사용되는 장비 변수를 포함하는 처리변수를 식별하는 정보를 제공하여, 결함의 원인 조사를 용이하게 하고 결함이 발견됨과 동시에 교정이 효율적으로 이루어지게 한다. 따라서 본 발명은 높은 수율을 유지하는데 기여한다. 더욱이 본 발명의 방법은 검사 중인 웨이퍼가 거처간 장비와 결함의 클래스를 서로 연관시킴으로써 고장난 장비를 일찍 발견할 수 있게 한다.

본 발명은 반도체 웨이퍼의 검사에 적용할 수 있으며, 특히 마이크론 이하의 구조를 가지는 고밀도 반도체 장치를 제조하는 동안, 반도체 웨이퍼를 공정 중 검사하는데 유용하다.

본 발명은 종래의 재료, 방법 및 장치를 채용하여 실행될 수 있다. 따라서 이러한 재료, 방법 및 장치의 구체적인 내용은 여기서는 상세하게 설명하지 않는다. 본 발명을 완전히 이해하기 위해, 특정한 재료, 구조, 화학약품, 공정 등과 같은 다양한 구체적인 내용이 앞서 상세한 설명에서 설명되었다. 그러나 본 발명은 특정하게 설명된 내용에 의지하지 않고 실행될 수 있음이 분명하다. 다른 경우, 본 발명을 불필요하게 불명료하게 하지 않도록, 공지의 처리 구조는 구체적으로 설명하지 않았다.

본 발명의 바람직한 실시예만이 설명되었으나, 그 다양한 변화도 설명되어 있다. 본 발명은 다양한 다른 조합 및 환경을 사용할 수 있으며, 본 발명의 사상 범위 내에서 변형예를 만들 수 있음을 주목해야 한다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

반도체 웨이퍼를 검사하기 위한 방법으로서,

상기 웨이퍼를, 각각 다른 장비 식별자(tool identifiers)와 연계되는 다수의 처리 장비(processing tools)를 사용하는 다수의 처리 단계에 처하게 하는 단계;

상기 장비 식별자를 저장하는 단계;

검사 장비(inspection tool)로 웨이퍼의 결함을 검사하는 단계; 및

상기 검사 장비를 사용하여 상기 장비 식별자의 목록을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

##### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 검사 장비에서 장비 식별자의 목록을 표시하는 단계를 포함하는 방법.

##### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 장비 식별자를 제조 실행 시스템(manufacturing execution system: MES)에 저장하는 단계; 및  
상기 MES로부터 장비 식별자를 호출하여 장비 식별자 목록을 생성시키는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 4

제 3항에 있어서, 각 장비 식별자가 각기 다른 세트의 프로세스 변수(process parameters)에 연계되며,  
MES에 상기 프로세스 변수 세트를 저장하는 단계;

상기 장비 식별자의 목록을 생성시킨 뒤 장비 식별자 중 하나에 연계된 프로세스 변수 세트를  
검색(retrieving)하는 단계; 및

상기 검사 장비에서 장비 식별자의 하나와 연계된 프로세스 변수를 표시하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 5

반도체 웨이퍼를 검사하기 위한 방법으로서,

상기 웨이퍼를, 각각 다른 장비 식별자와 연계된 다수의 처리 장비를 사용하는 다수의 처리 단계에 처하  
게 하는 단계;

상기 장비 식별자를 저장하는 단계;

검사 장비를 사용하여 상기 웨이퍼에 대해 결함이 발생할 수 있는 위치를 검사하는 단계;

웨이퍼에 대한 결함 레벨을 정하기 위해 결함이 있을 가능성이 있는 위치의 수와 밀도를 측정하는 단  
계; 및

상기 결함 레벨이, 웨이퍼 상의 미리 설정된 결함 발생 가능 부위의 수 및/또는 밀도를 포함하는 미리  
설정된 결함 레벨과 대략 같거나 이보다 클 때, 검사 장비를 사용하여 장비 식별자의 목록을 생성하는  
단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 검사 장비에서 장비 식별자의 목록을 표시하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 7

제 1항에 있어서, 결함을 발견하기 위해 웨이퍼를 검사하는 동안 검사 장비를 사용하여, 미리 정해 놓은  
결함 클래스로 결함을 분류하는 단계; 및

상기 결함 클래스를 장비 식별자와 상호 연관시키는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 8

제 1항에 있어서,

결함일 가능성이 있는 이미지와 기준 이미지(reference images)를 생성하기 위해 결함 발생 가능한 위치  
와 기준 위치를 이미징(imaging)하는 단계;

상기 결함일 가능성이 있는 이미지와 기준 이미지를 비교하는 단계;

상기 결함 이미지 중 어느 것이 실제 결함인지 식별하는 단계;

상기 실제 결함을 미리 설정된 결함 클래스로 분류하는 단계; 및

상기 결함 클래스를 장비 식별자와 서로 연관시키는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 9

제 7항에 있어서,

각 결함 클래스에 대한 전체 결함수를 측정하는 단계;

각 결함 클래스에 대한 클래스 알람(class alarm)을 정하는 단계;

특정한 하나의 결함 클래스에 대한 총 결함의 수가, 대응되는 클래스 알람 레벨과 대략 같거나 이보다  
클 때, 알람 신호를 생성시키는 단계; 및

상기 특정한 하나의 결함 클래스에 연계된 장비 식별자를 표시하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 10

제 8항에 있어서,

각 결함 클래스의 총 결함수를 측정하는 단계;

각 결함 클래스에 대해 클래스 알람 레벨을 결정하는 단계;

특정한 한 결함 클래스의 총 결함수가, 대응되는 클래스 알람 레벨과 대략 같거나 이보다 클 때, 알람  
신호를 생성시키는 단계; 및

상기 특정 결함 클래스에 연계된 장비 식별자를 표시하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 11

각각 다른 장비 식별자와 연계되는 다수의 처리 장비와 추가로 이들 장비 식별자를 저장하는 저장 매체를 포함하는 제조 플랜트(fabricating plant)에서, 다수의 처리 단계에 처하는 반도체 웨이퍼를 검사하기 위한 장비(inspection tool)로서,

웨이퍼의 결함을 조사하기 위한 이미저(imager); 및

웨이퍼가 거쳐가는 장비에 대응되는 장비 식별자의 목록을 만들도록 구성되는 제 1 프로세서를 포함하는 검사 장비.

#### 청구항 12

제 11항에 있어서, 장비 식별자의 목록을 표시하기 위한 모니터를 추가로 포함하는 검사 장비.

#### 청구항 13

제 11항에 있어서, 상기 저장 매체가 MES이며; 그리고

상기 제 1 프로세서는 상기 MES로부터 장비 식별자를 검색하여 장비 식별자 목록을 만들도록 구성되는 검사 장비.

#### 청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 각 장비 식별자는 각각 다른 프로세스 변수 세트와 연계되며;

상기 MES는 프로세스 변수의 세트를 저장하며; 그리고

상기 제 1 프로세서는 상기 장비 식별자에 연계된 프로세스 변수 세트를 검색하도록 추가적으로 구성되는 검사 장비.

#### 청구항 15

제 11항에 있어서, 상기 이미저는 결함 발생이 가능한 위치를 찾기 위해 웨이퍼를 검사하며; 그리고

상기 제 1 프로세서는, 결함 레벨을 측정하기 위해 웨이퍼 상의 결함 발생 가능한 위치의 수 및 밀도를 측정하고, 웨이퍼 상의 미리 정해진 발생 가능한 결함 위치의 수 및/또는 밀도를 포함하는 미리 설정된 결함 레벨과 상기 결함 레벨이 대략 같거나 그보다 클 때 장비 식별자의 목록을 만들도록 추가적으로 구성되는 검사 장비.

#### 청구항 16

제 15항에 있어서, 상기 장비 식별자의 목록을 표시하는 모니터를 추가로 포함하는 검사 장비.

#### 청구항 17

제 11항에 있어서, 상기 이미저가 결함을 찾기 위해 웨이퍼를 검사할 때 상기 제 1 프로세서는 미리 설정된 결함 클래스로 상기 결함을 분류하고, 이 결함 클래스를 장비 식별자와 상호 연관시키도록 구성되는 검사 장비.

#### 청구항 18

제 11항에 있어서, 상기 제조 플랜트는, 결함 발생이 가능한 위치와 기준 위치의 이미지를 만들기 위한 결함 리뷰 이미저(defect review imager)를 가지는 결함 분류기(classifier); 발생 가능한 결함 이미지와 기준 이미지를 비교하기 위한 비교기(comparator); 및 결함일 가능성이 있는 이미지 중 어느 것이 실제 결함인지 구별하고 이 결함을 미리 설정된 결함 클래스로 분류하는 제 2 프로세서를 추가로 포함하며;

상기 제 1 프로세서는 결함 클래스를 장비 식별자와 상호 연관시키도록 추가로 구성되는 검사 장비.

#### 청구항 19

제 11항에 있어서, 상기 이미저는 결함 발생이 가능한 위치 및 기준 위치의 이미지를 만들며;

상기 검사 장비는 결함일 가능성이 있는 이미지와 기준 이미지를 비교하는 비교기를 추가로 포함하며; 그리고

상기 제 1 프로세서는, 결함일 수 있는 이미지 중 어느 것이 실제 결함인지 구별하고 이 실제 결함을 미리 설정된 결함 클래스로 분류하며 이 결함 클래스를 장비 식별자와 서로 연관시키도록 추가로 구성되는 검사 장비.

#### 청구항 20

제 17항에 있어서,

각 결함 클래스의 결함수를 세는 카운터;

특정한 한 결함 클래스의 총 결함수가, 이 특정 결함 클래스에 연계된 미리 설정된 클래스 알람 레벨과 대략 같거나 이보다 클 경우 알람 신호를 생성하는 알람 생성기(alarm generator); 및



상기 특정한 결함 클래스에 연계된 장비 식별자를 표시하기 위한 모니터를 추가로 포함하는 검사 장비.

#### 청구항 21

제 18항에 있어서,

각 결함 클래스의 결함수를 세기 위한 카운터;

특정한 한 결함 클래스의 총 결함수가, 이 특정 결함 클래스에 연계된 미리 설정된 클래스 알람 레벨과 대략 같거나 이보다 클 경우 알람 신호를 생성하는 알람 생성기; 및

상기 특정 결함 클래스에 연계된 장비 식별자를 표시하기 위한 모니터를 추가로 포함하는 검사 장비.

#### 청구항 22

제 19항에 있어서,

각 결함 클래스의 결함수를 세기 위한 카운터;

특정한 한 결함 클래스의 총 결함수가, 이 특정 결함 클래스에 연계된 미리 설정된 분류 알람 레벨과 대략 같거나 이보다 클 경우 알람 신호를 생성하는 알람 생성기; 및

상기 특정 결함 클래스에 연계된 장비 식별자를 표시하기 위한 모니터를 추가로 포함하는 검사 장비.

#### 청구항 23

제 11항에 있어서, 상기 이미지는 전하결합소자(charge-coupled device; CCD) 또는 광전자증배관(photo multiplier)을 추가로 포함하는 검사 장비.

#### 청구항 24

각각 다른 장비 식별자와 연계된 다수의 처리 장비를 사용하여 다수의 공정을 거치는 반도체 웨이퍼를 검사하기 위한 명령을 저장하는, 컴퓨터 판독 가능한 매체(computer-readable medium)로서, 상기 명령은, 실행될 때, 하나 이상의 프로세서가 이하의 단계를 수행하도록 하는 컴퓨터 판독 가능한 매체:

장비 식별자를 수용하는 단계;

웨이퍼의 결함을 검사하기 위해 웨이퍼 검사 장비를 제어하는 단계; 및

장비 식별자의 목록을 만드는 단계.

#### 청구항 25

제 24항에 있어서, 상기 명령은, 실행될 때, 하나 또는 그 이상의 프로세서가 모니터 위에 장비 식별자의 목록을 표시하는 단계를 수행하게 하는 컴퓨터 판독 가능한 매체.

#### 청구항 26

제 24항에 있어서, 상기 명령은, 실행될 때, 하나 또는 그 이상의 프로세서가 MES로부터 장비 식별자를 받아들이는 단계를 수행하게 하는 컴퓨터 판독 가능한 매체.

#### 청구항 27

제 26항에 있어서, 상기 장비 식별자 각각은 MES에 저장된 서로 다른 프로세스 변수 세트와 연계되며; 상기 명령은, 실행될 때, 장비 식별자의 목록을 만든 뒤, MES로부터 장비 식별자의 하나와 연계된 프로세스 변수를 수용하는 단계를 하나 이상의 프로세서가 수행하게 하도록 배열되는 컴퓨터 판독 가능한 매체.

#### 청구항 28

각각 다른 장비 식별자와 연계된 다수의 처리 장비를 사용하는 다수의 처리 단계를 거치는 반도체 웨이퍼를 검사하기 위한 명령을 저장하는, 컴퓨터 판독 가능한 매체로서, 상기 명령은, 실행될 때, 하나 이상의 프로세서가 이하의 단계를 수행하도록 하는 컴퓨터 판독 가능한 매체:

장비 식별자를 수용하는 단계;

결함 발생 가능한 위치를 찾기 위해 웨이퍼를 검사하기 위한 웨이퍼 검사 장비를 제어하는 단계;

결함 레벨을 측정하기 위해 웨이퍼 상의 결함 발생 가능 위치의 밀도와 수를 측정하는 단계; 및

상기 결함 레벨이, 웨이퍼 상의 결함 발생 가능한 위치의 수 및/또는 밀도를 포함하는 미리 설정된 결함 레벨과 대략 같거나 그보다 클 때, 장비 식별자의 목록을 만드는 단계.

#### 청구항 29

제 24항에 있어서, 상기 명령은, 실행될 때, 모니터에 장비 식별자의 목록을 표시하는 단계를 하나 이상의 프로세서가 수행하도록 하는 컴퓨터 판독 가능한 매체.

#### 청구항 30

제 24항에 있어서, 상기 명령은, 실행될 때, 하나 이상의 프로세서가 이하의 단계를 수행하게 하는 컴퓨터 판독 가능한 매체:

결함을 찾기 위해 웨이퍼를 검사하는 웨이퍼 검사 장비를 제어하면서 결함을 미리 설정된 결함 클래스로

분류하는 단계; 및

상기 결함 클래스를 장비 식별자와 서로 연관시키는 단계.

### 청구항 31

제 24항에 있어서, 상기 명령은, 실행될 때, 하나 이상의 프로세서가 이하의 단계를 수행하게 하는 컴퓨터 판독 가능한 매체:

웨이퍼 상의 결함 발생 가능한 위치와 기준 위치의 이미지를 받아들이는 단계;

결함일 가능성이 있는 위치의 이미지와 기준 이미지를 비교하는 단계;

상기 결함 이미지 중 어느 것이 결함을 나타내는지 식별하는 단계;

상기 결함을 미리 설정된 결함 클래스로 분류하는 단계; 및

상기 결함 클래스를 장비 식별자와 상호 연관시키는 단계.

### 청구항 32

제 30항에 있어서, 상기 명령은, 실행될 때, 하나 이상의 프로세서가 이하의 단계를 수행하게 하도록 배열되는 컴퓨터 판독 가능한 매체:

각 결함 클래스의 총 결함수를 측정하는 단계;

특정한 한 결함 클래스의 총 결함수가, 이 특정 결함 클래스에 대해 미리 설정된 클래스 알람 레벨과 대략 같거나 이보다 클 경우 알람 신호를 생성하는 단계; 및

상기 특정 결함 클래스에 연계된 장비 식별자를 모니터에 표시하는 단계.

### 청구항 33

제 31항에 있어서, 상기 명령은, 실행될 때, 하나 이상의 프로세서가 이하의 단계를 수행하게 하도록 배열되는 컴퓨터 판독 가능한 매체:

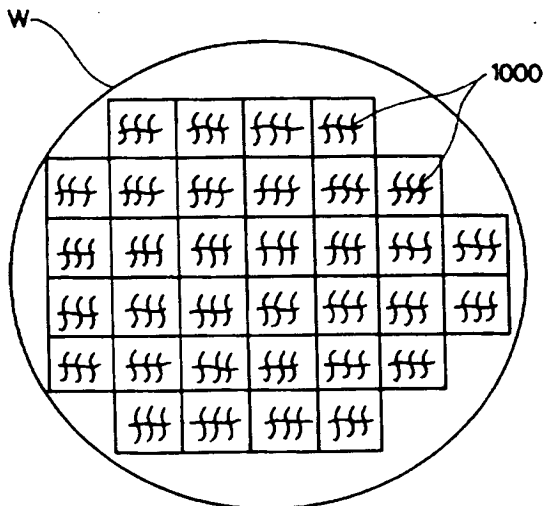
각 결함 클래스의 총 결함수를 측정하는 단계;

특정한 한 결함 클래스의 총 결함수가, 이 특정 결함 클래스에 대해 미리 설정된 클래스 알람 레벨과 대략 같거나 이보다 클 경우 알람 신호를 생성하는 단계; 및

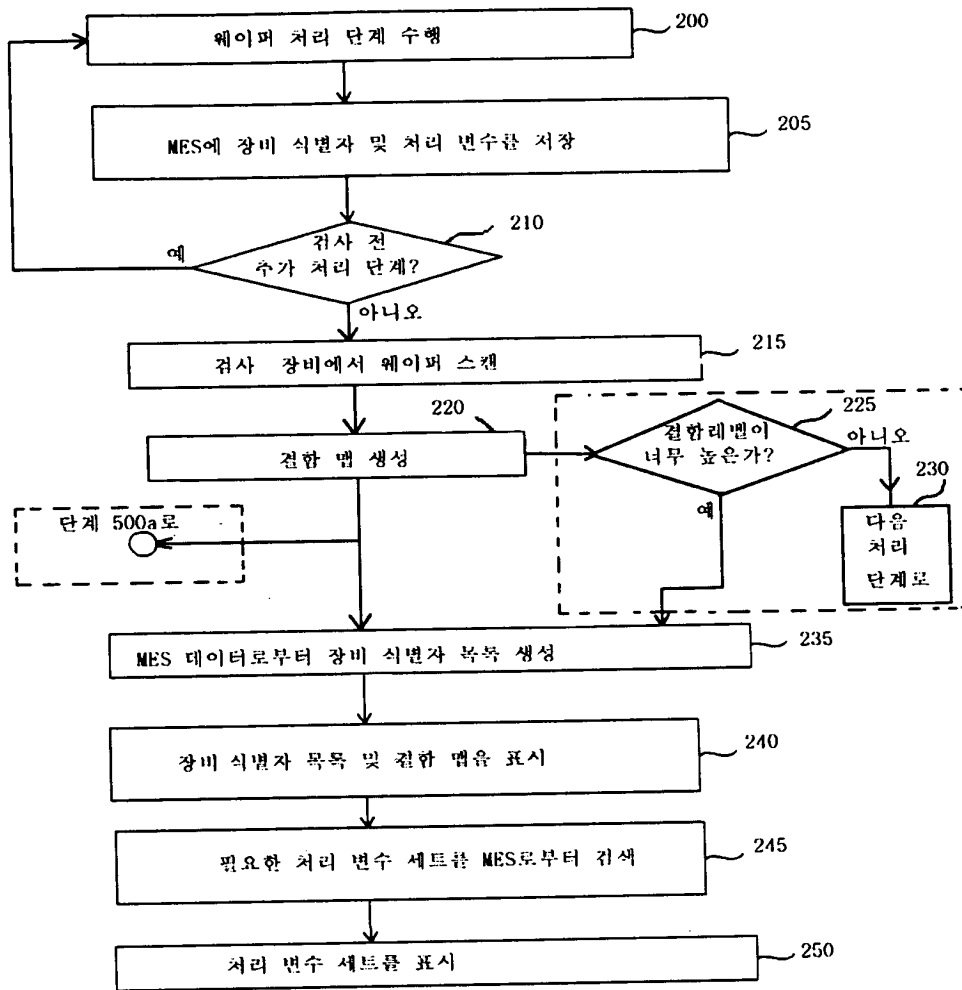
상기 특정 결함 클래스에 연계된 장비 식별자를 모니터에 표시하는 단계.

도면

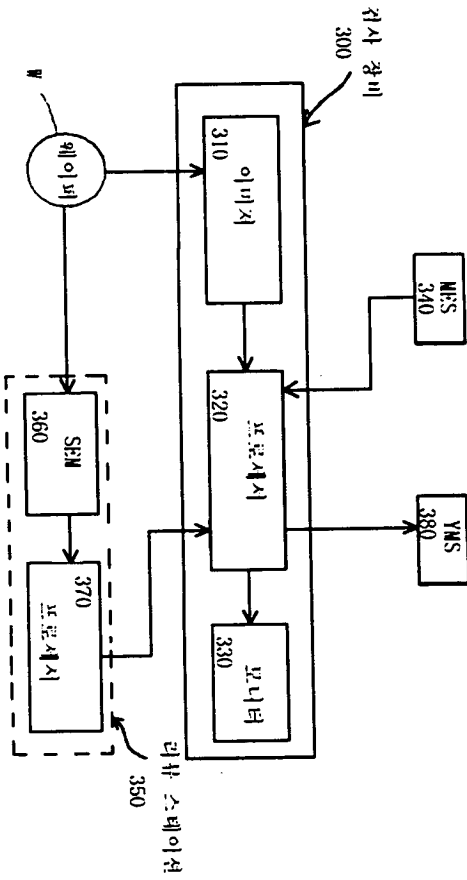
도면1



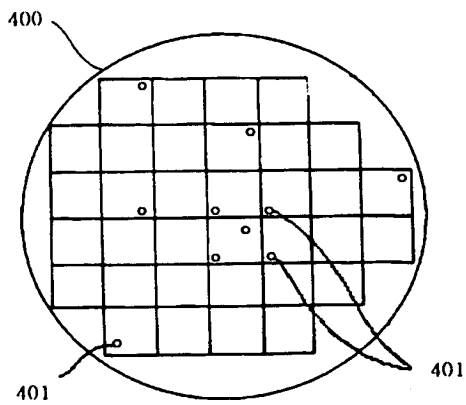
도면2



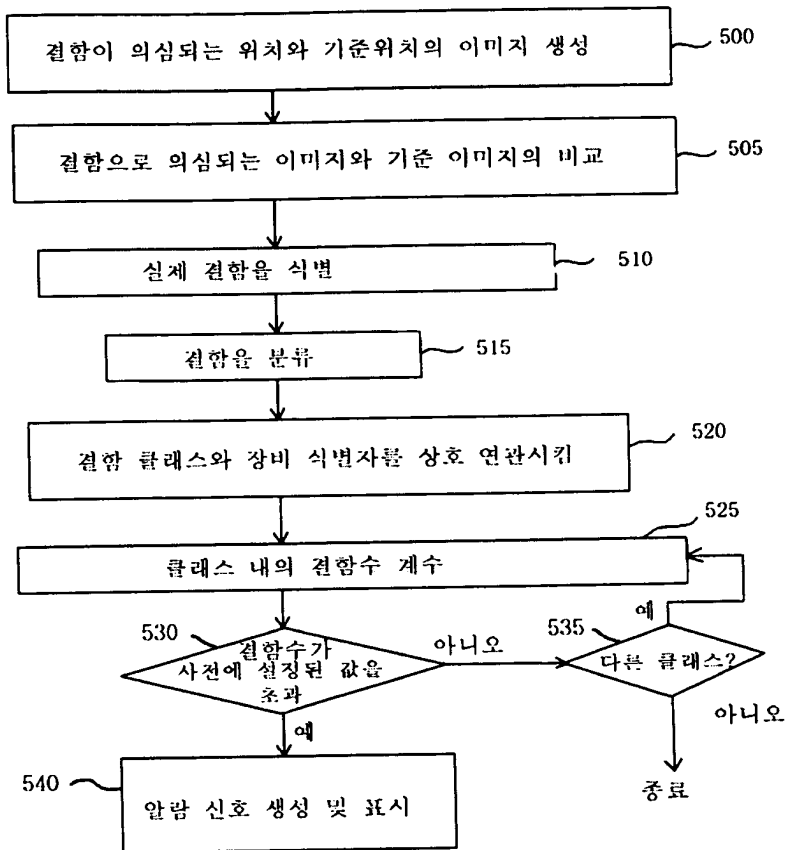
도면3



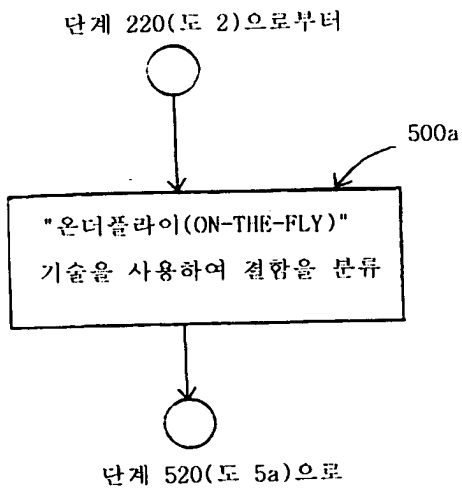
도면4



도면5a



도면5b



도면6

